

## PATENT ABSTRACTS OF JAP

(11)Publication number : 2000-113347

(43)Date of publication of application : 21.04.2000

(51)Int.Cl.

G08B 21/06

A61B 5/16

B60K 28/06

G08G 1/16

G10L 15/08

G10L 15/00

(21)Application number : 10-283098

(71)Applicant : SHIP RES INST MINISTRY OF TRANSPORT  
OOJISU SOKEN:KK

(22)Date of filing : 05.10.1998

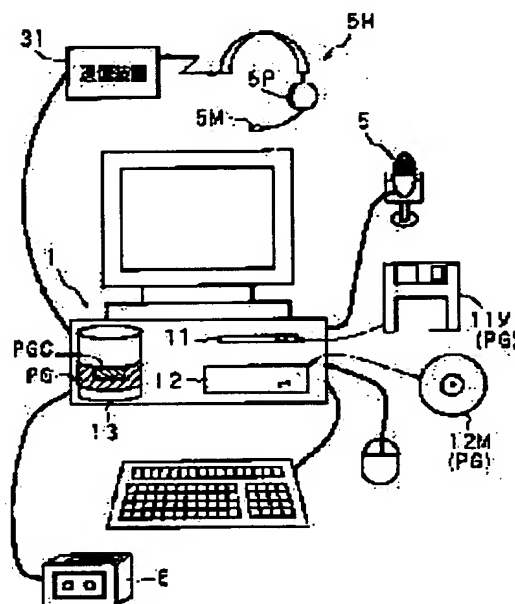
(72)Inventor : SHIOMI KAKUICHI  
HIROSE SHOZO

## (54) DEVICE FOR DETECTING FATIGUE AND DOZE WITH VOICE, AND RECORDING MEDIUM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To detect a fatigue level and/or a dozing state without imposing any excessive load on an objective person by digitizing and chaos analyzing voices issued at different points of time, and detecting a fatigue level and/or a dozing state based on Liapunov exponents obtained as a result.

**SOLUTION:** Voices uttered at different points of time are digitized and chaos analyzed, and a fatigue level and/or a dozing state is detected based on Liapunov exponents obtained as a result. For example, a microphone 5, microphone 5M of a head set 5H, and A/D converting board 30 constitute a voice inputting means in this personal computer 1. Also, a CPU 10 calculates Liapunov exponents by chaos analyzing digital data obtained by the A/D converting board 30 according to a chaos analytic program stored in an HDD 13, and judges the fatigue level and/or the dozing state from the calculated result.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3151489号

(P3151489)

(45) 発行日 平成13年4月3日(2001.4.3)

(24) 登録日 平成13年1月26日(2001.1.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

G 0 8 B 21/06

G 0 8 B 21/06

A 6 1 B 5/16

A 6 1 B 5/16

B 6 0 K 28/06

B 6 0 K 28/06

A

G 0 8 G 1/16

G 0 8 G 1/16

F

G 1 0 L 15/00

G 1 0 L 3/00

5 4 1

請求項の数11(全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平10-283098

(73) 特許権者 591159491

運輸省船舶技術研究所長

東京都三鷹市新川6丁目38番1号

(22) 出願日

平成10年10月5日(1998.10.5)

(74) 上記1名の復代理人 100078868

弁理士 河野 登夫 (外1名)

(65) 公開番号

特開2000-113347(P2000-113347A)

(43) 公開日

平成12年4月21日(2000.4.21)

(73) 特許権者 000103482

株式会社オービス総研

大阪府大阪市西区千代崎3丁目南2番37号

審査請求日

平成12年4月14日(2000.4.14)

(74) 上記1名の代理人 100078868

弁理士 河野 登夫 (外1名)

早期審査対象出願

(72) 発明者 塩見 格一

東京都国分寺市富士本1丁目5番13号

(72) 発明者 廣瀬 尚三

大阪府大阪市西区千代崎3丁目南2番37号 株式会社オービス総研内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音声による疲労・居眠り検知装置及び記録媒体

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 音声のデジタルデータをカオス解析してリアプノフ指数を計算するリアプノフ指数計算手段と、該リアプノフ指数計算手段により計算された、異なる時点において発声された音声のリアプノフ指数を比較することにより、疲労度及び／又は居眠り状態を判定する判定手段とを備えたことを特徴とする音声による疲労・居眠り検知装置。

【請求項2】 音声を音声信号として入力するマイクロフォンと、該マイクロフォンに入力された音声信号をデジタルデータに変換するアナログ／デジタル変換手段とを更に備えたことを特徴とする請求項1に記載の音声による疲労・居眠り検知装置。

【請求項3】 前記リアプノフ指数計算手段は、記録媒体に記録された音声信号のデジタルデータをカオス解析

2

してリアプノフ指数を計算すべくしてあることを特徴とする請求項1に記載の音声による疲労・居眠り検知装置。

【請求項4】 前記デジタルデータから無音部を除去し、前記リアプノフ指数計算手段に与える手段を更に備えたことを特徴とする請求項1に記載の音声による疲労・居眠り検知装置。

【請求項5】 前記デジタルデータから無音部を除去した後のデータ長が所定長以下である場合に、該デジタルデータに基づいたデータで所定長のデジタルデータを作成し、前記リアプノフ指数計算手段に与える手段を更に備えたことを特徴とする請求項4に記載の音声による疲労・居眠り検知装置。

【請求項6】 前記リアプノフ指数計算手段が計算した計算結果を記憶する記憶手段を更に備え、

前記判定手段は、前記リアブノフ指数計算手段が予め計算して前記記憶手段に記憶してある計算結果に基づいて、異なる時点において発声された音声のリアブノフ指数を比較すべくしてあることを特徴とする請求項1に記載の音声による疲労・居眠り検知装置。

【請求項7】 異なる時点において発声された音声を解析することにより疲労度及び／又は居眠り状態をコンピュータに検知させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

コンピュータに、音声のデジタルデータをカオス解析させることにより、リアブノフ指数を計算させるプログラムコード手段と、

コンピュータに、異なる時点において発声された音声のリアブノフ指数を比較させることにより、疲労度及び／又は居眠り状態を判定させるプログラムコード手段とを含むプログラムを記録したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項8】 コンピュータに、読み込んだデジタルデータから無音部を除去させるプログラムコード手段を更に含むプログラムを記録したことを特徴とする請求項7に記載の記録媒体。

【請求項9】 コンピュータに、読み込んだデジタルデータから無音部を除去した後のデータ長が所定長以下である場合に、該デジタルデータに基づいたデータで所定長のデジタルデータを作成させるプログラムコード手段を更に含むプログラムを記録したことを特徴とする請求項8に記載の記録媒体。

【請求項10】 コンピュータに、リアブノフ指数の計算結果を記憶させるプログラムコード手段と、

コンピュータに、記憶したリアブノフ指数を読み出させるプログラムコード手段と、

コンピュータに、読み出した異なる時点において発声された音声のリアブノフ指数を比較させるプログラムコード手段とを更に含むプログラムを記録したことを特徴とする請求項7に記載の記録媒体。

【請求項11】 異なる時点において発声された音声を解析することにより疲労度及び／又は居眠り状態をコンピュータに検知させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

コンピュータに、音声のデジタルデータから無音部を除去させるプログラムコード手段と、

コンピュータに、読み込んだデジタルデータから無音部を除去した後のデータ長が所定長以下である場合に、該デジタルデータに基づいたデータで所定長のデジタルデータを作成させるプログラムコード手段と、

コンピュータに、読み込んだデジタルデータをカオス解析することによりリアブノフ指数を計算するカオス解析プロセスと与えさせるプログラムコード手段と、

コンピュータに、前記カオス解析プロセスにより計算されたリアブノフ指数の計算結果を記憶させるプログラム

コード手段と、

コンピュータに、記憶したリアブノフ指数を読み出させるプログラムコード手段と、

コンピュータに、読み出した異なる時点において発声された音声のリアブノフ指数を比較させることにより、疲労度及び／又は居眠り状態を判定させるプログラムコード手段とを含むプログラムを記録したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は音声、具体的には人の話し声を解析することにより、その人の疲労度を検知し、また居眠りしそうな状態及び居眠り中の状態（以下、両者をまとめて居眠り状態と言う）であるか否かを検知する装置、及びそのような装置を汎用コンピュータで実現するためのプログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】航空機のパイロット、航空管制官、列車、タクシー、トラック、バス等の公共交通機関の運転手が居眠りしたり、極度の疲労状態であったために重大な事故を惹起した例が有り、また重大な事故には至らずとも種々の事故の誘因となる例は多い。従来はたとえば始業点呼の際の上司による観察でそのような状態の有無を判断していたが、人の目による観察には限度があり、またその後に状態が変化する可能性も高い。

【0003】しかし、近年では航空関係のみならず無線交信により上述のような公共交通機関においても運転手と交信することが容易に可能になっており、その際の音声の調子から疲労度をある程度は推測することは可能である。また、ある一定期間にわたって交信が行なわれない場合に何らかの異常が発生している可能性が高いと見なして警告を発生することも行なわれている。しかし、人が他の人の話し声を聞いて疲労度を判断したり、居眠り状態であるか否かを正確に判断することは現実的には困難である。

【0004】このような事情から、たとえば現在では上述のような種々の公共交通機関に備えられるようになった無線交信設備を利用して運転者の肉体的コンディション、たとえば脈拍、瞳孔の状態などをセンサで検出して無線送信し、それを解析することが考えられている。

【0005】たとえば、特開平9-308614号公報には脈波、心電から人の心身状態を把握する技術が、また特開平7-117595号公報には脈波から居眠りを検知する技術が開示されている。更に近年では得られたデータの解析手法としてカオス解析が利用される場合が多い。たとえば、特開平4-208136号公報には人の脈波をカオス解析することによりその人の健康度、疲労度、居眠りの検知を行なう技術が開示されている。また、特開平7-116119号公報には人の目の瞳孔面

積と水晶体の屈折率をカオス解析することによりその人の健康度を判定する技術が開示されている。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述のような脈波、心電、瞳孔面積、水晶体の屈折率等に基づく技術は対象となる人に何らかのセンサを取り付ける必要があり、それによって得られた情報を無線または有線により送信するか、またはその場で解析装置によって解析する必要がある。また、センサを自身の体に取り付けられた場合にはそれ自体がストレスとなって通常とは異なる心身状態に陥る虞もあり、判断の基準となるべき平常状態の情報が得られなくなって正確な検知、判定が行えない可能性が生じる。

【0007】ところで、本願発明者は人が発声する音声のカオス解析してリアプノフ指数を計算し、その計算結果を時系列的に比較すると、その人の疲労度が高い場合、または居眠り状態に陥っている場合にはリアプノフ指数が高くなるという知見を得た。従って、人が異なる時点において発声した音声のリアプノフ指数を計算して比較することにより、その人の疲労度及び／又は居眠り状態を検知することが可能になる。

【0008】本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、航空機のパイロット、航空管制官等は勿論のこと、各種公共交通機関の運転手等のような今日では無線交信を日常的に行なうようになっている職種の人の交信時の音声をカオス解析することにより、従来業務上で使用しているヘッドセットなどの機器以外の特別なセンサを対象となる人に取り付ける必要が無く、また平常状態の情報が容易に得られるため、正確な判断が可能な音声による疲労・居眠り検知装置の提供を目的とする。

【0009】また対象となる音声の言語、単語等の如何に拘わらずに正確な検知が可能な音声による疲労・居眠り検知装置の提供を目的とする。

【0010】更に、本発明は上述のような装置を汎用のコンピュータで実現可能とするプログラムを記録した記録媒体の提供を目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】第1の発明に係る音声による疲労・居眠り検知装置は、音声のデジタルデータをカオス解析してリアプノフ指数を計算するリアプノフ指数計算手段と、該リアプノフ指数計算手段により計算された、異なる時点において発声された音声のリアプノフ指数を比較することにより、疲労度及び／又は居眠り状態を判定する判定手段とを備えたことを特徴とする。

【0012】第2の発明に係る音声による疲労・居眠り検知装置は、第1の発明において、音声を音声信号として入力するマイクロフォンと、該マイクロフォンに入力された音声信号をデジタルデータに変換するアナログ／デジタル変換手段とを更に備えたことを特徴とする。

【0013】第3の発明に係る音声による疲労・居眠り

検知装置は、第1の発明において、前記リアプノフ指数計算手段は、記録媒体に記録された音声信号のデジタルデータをカオス解析してリアプノフ指数を計算すべくないであることを特徴とする。

【0014】第4の発明に係る音声による疲労・居眠り検知装置は、第1の発明において、前記デジタルデータから無音部を除去し、前記リアプノフ指数計算手段に与える手段を更に備えたことを特徴とする。

【0015】第5の発明に係る音声による疲労・居眠り検知装置は、第4の発明において、前記デジタルデータから無音部を除去した後のデータ長が所定長以下である場合に、該デジタルデータに基づいたデータで所定長のデジタルデータを作成し、前記リアプノフ指数計算手段に与える手段を更に備えたことを特徴とする。

【0016】第6の発明に係る音声による疲労・居眠り検知装置は、第1の発明において、前記リアプノフ指数計算手段が計算した計算結果を記憶する記憶手段を更に備え、前記判定手段は、前記リアプノフ指数計算手段が予め計算して前記記憶手段に記憶してある計算結果に基づいて、異なる時点において発声された音声のリアプノフ指数を比較すべくないであることを特徴とする。

【0017】第7の発明に係る記録媒体は、異なる時点において発声された音声を解析することにより疲労度及び／又は居眠り状態をコンピュータに検知させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、コンピュータに、音声のデジタルデータをカオス解析させることにより、リアプノフ指数を計算させるプログラムコード手段と、コンピュータに、異なる時点において発声された音声のリアプノフ指数を比較させることにより、疲労度及び／又は居眠り状態を判定させるプログラムコード手段とを含むプログラムを記録したことを特徴とする。

【0018】第8の発明に係る記録媒体は、第7の発明において、コンピュータに、読み込んだデジタルデータから無音部を除去させるプログラムコード手段を更に含むプログラムを記録したことを特徴とする。

【0019】第9の発明に係る記録媒体は、第8の発明において、コンピュータに、読み込んだデジタルデータから無音部を除去した後のデータ長が所定長以下である場合に、該デジタルデータに基づいたデータで所定長のデジタルデータを作成させるプログラムコード手段を更に含むプログラムを記録したことを特徴とする。

【0020】第10の発明に係る記録媒体は、第7の発明において、コンピュータに、リアプノフ指数の計算結果を記憶させるプログラムコード手段と、コンピュータに、記憶したリアプノフ指数を読み出させるプログラムコード手段と、コンピュータに、読み出した異なる時点において発声された音声のリアプノフ指数を比較させるプログラムコード手段とを更に含むプログラムを記録したことを特徴とする。

【0021】第11の発明に係る記録媒体は、異なる時点において発声された音声を解析することにより疲労度及び／又は居眠り状態をコンピュータに検知させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、コンピュータに、音声のデジタルデータから無音部を除去させるプログラムコード手段と、コンピュータに、読み込んだデジタルデータから無音部を除去した後のデータ長が所定長以下である場合に、該デジタルデータに基づいたデータで所定長のデジタルデータを作成させるプログラムコード手段と、コンピュータに、読み込んだデジタルデータをカオス解析することによりリアプノフ指数を計算するカオス解析プロセスに与えさせるプログラムコード手段と、コンピュータに、前記カオス解析プロセスにより計算されたリアプノフ指数の計算結果を記憶させるプログラムコード手段と、コンピュータに、記憶したリアプノフ指数を読み出させるプログラムコード手段と、コンピュータに、読み出した異なる時点において発声された音声のリアプノフ指数を比較させることにより、疲労度及び／又は居眠り状態を判定させるプログラムコード手段とを含むプログラムを記録したことを特徴とする。

【0022】第1及び第7の発明では、入力されたデジタルデータ化された音声がかオス解析されることによりリアプノフ指数が計算されるので、異なる時点で発声された音声から計算されたリアプノフ指数を比較することにより、その音声を発生した人物の疲労度及び／又は居眠り状態が判定可能になる。以下、具体的に説明する。

【0023】図5は本願発明者による実験結果を示すグラフであり、実験は以下のような条件で実施された。一人の被験者が発生した音声の内の2乃至3秒程度のフレーズを1分間に10データ程度の割合で40分間連続してサンプリングし、それぞれのデータのリアプノフ指数 $\lambda$ を計算した。但し、図5のグラフには過去5分間のデータの移動平均を、実験開始時点のリアプノフ指数 $\lambda$ の値(416)を"1.00"とした相対値で示してある。そして、被験者は実験開始時点では眠気も疲労感も感じていない旨を自己申告していたが、実験開始時点から約29分経過した時点において眠気を感じた旨を自己申告した。

【0024】この実験結果からは、被験者が眠気を感じた旨を自己申告した時点である実験開始時点から約29分経過時点においてはリアプノフ指数 $\lambda$ は相対値で約1.17程度に増大していることが判る。より具体的には、実験開始時点から10分間程度はリアプノフ指数 $\lambda$ に顕著な変化はないが、10分経過時点付近を境としてリアプノフ指数 $\lambda$ が顕著に増大傾向を示し始め、23分経過時点付近で相対値が約1.15を超えた後において被験者が眠気を感じた旨を自己申告している。

【0025】以上の実験結果から、リアプノフ指数が実験開始時点"1.00"とした相対値で約1.15を超えてその後しばらくの時間にわたってその状態が継続した場合

にある程度疲労が蓄積した状態、または居眠り状態と判断してよいとの知見が得られた。また、リアプノフ指数の増大率がある程度以上になった場合にもある程度疲労が蓄積した状態、または居眠り状態であると判断してもよいとの知見が得られた。

【0026】第2の発明では、マイクロフォンから対象となる人物の音声が入力され、デジタルデータに変換されるため、特に航空機のパイロット、航空管制官、公共交通機関の運転手などが日常的に使用するたとえばヘッドセットのマイクロフォンを使用することにより、検知対象の人物に負担をかけることが無い。

【0027】第3の発明では、リアプノフ指数計算手段が記録媒体に記録された音声信号のデジタルデータをカオス解析するようにしているため、音声記録媒体に残されている場合には、事後においてそれを解析することが可能になる。

【0028】第4及び第8の発明では、デジタルデータから無音部が除去されて解析に必要なデータのみが入力される。

【0029】第5及び第9の発明では、デジタルデータから無音部が除去された後のデータ長が解析に必要な所定長に満たない場合にも、解析のために必要にして十分なデータ長のデータが入力される。

【0030】第6及び第10の発明では、同一人物から時系列的に得られたリアプノフ指数を記憶手段に記憶しておくことにより、その人物の経時的な疲労及び／又は居眠り状態を検知することが可能になる。また、複数の人物の平常時の音声を予め解析してその結果として得られるリアプノフ指数をそれぞれの人物の基準値として記憶手段に記憶しておくことにより、多人数を対象として迅速かつ正確な検知が可能になる。

【0031】第11の発明では、カオス解析のみを行なうプログラムが別途用意されている場合にはそれを利用することにより、汎用コンピュータで本発明の音声による疲労・居眠り検知装置を実現することが可能になる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて詳述する。図1は本発明に係る音声による疲労・居眠り検知装置(以下、本発明装置と言う)をコンピュータを利用して実現した場合の全体の構成例を示す模式図である。

【0033】図1において、参照符号1はパーソナルコンピュータを示しており、疲労・居眠り検知のためのプログラム(以下、居眠り検知プログラムと言う)PGが記録されたフレキシブルディスク11MまたはCD-ROM 12Mからその記録内容(プログラムコード)を読み取るためのフレキシブルディスクドライブ(FDD)11及びCD-ROMドライブ(CDD)12等が備えられている。但し、フレキシブルディスク11M、CD-ROM12M以外の種々の記録媒体を利用してよいことは言うまでもない。

【0034】パーソナルコンピュータ1には不揮発性記憶手段としてのハードディスク装置(HDD)13も内蔵されており、上述のフレキシブルディスク11MまたはCD-ROM 12Mから読み取られた居眠り検知プログラムPGの各プログラムコードを記憶する。なお、居眠り検知プログラムPGにはカオス解析プログラムPGCが含まれている。このカオス解析プログラムPGCは、居眠り検知プログラムPGが読み込んだ音声のデジタルデータをカオス解析することによりリアプノフ指数を計算するプログラムである。

【0035】またパーソナルコンピュータ1にはマイクロフォン5及び通信装置31が直接接続されている他、CRTディスプレイ、入力手段及びポインティングデバイスとして機能するキーボード及びマウス等も接続されている。更に、ヘッドセット5H及びマイクロフォン5Mを有するヘッドセット5Hが有線または無線通信により通信装置31に接続されている。

【0036】なお、マイクロフォン5は多数の人物の平常時の音声を予めサンプルとして採集するような場合に使用される。また、ヘッドセット5Hのマイクロフォン5Mは本発明装置により疲労度、または居眠り状態の検知対象になる人物(以下、対象人物と言う)が通常の業務状態において装着しているものであり、それを装着している人物の音声を音声信号としてリアルタイムで取り込むために使用される。

【0037】更に、パーソナルコンピュータ1にはたとえばテープレコーダ6のような、記録媒体に音声信号を記録し、またそれを再生出力することが可能な音声再生装置が接続可能である。このテープレコーダ6は、その記録媒体であるオーディオテープに記録されている音声信号を何らかの事情で事後に本発明装置により解析する場合に使用される。

【0038】図2はパーソナルコンピュータ1の内部構成例を示すブロック図である。パーソナルコンピュータ1内部には、CPU10を中心として、バス20に接続された上述のFDD11、CDD12、HDD13等の他にI/Oポート14、記憶手段としてのRAM18、ROM19、アナログの入力信号をデジタルデータに変換するA/D変換ボード30等が接続されている。またパーソナルコンピュータ1の外部には、上述のA/D変換ボード30を介してマイクロフォン5、テープレコーダ6及び通信装置31が接続され、I/Oポート14を介してキーボード、マウス等が接続されている。なお、通信装置31は無線または有線通信により前述のヘッドセット5Hと接続されている。

【0039】FDD11によりフレキシブルディスク11Mから、またはCD-ROMドライブ12によりCD-ROM 12Mから読み取られた居眠り検知プログラムPGのプログラムコードはたとえばHDD13に書き込まれて一旦記憶され、居眠り検知プログラムPGが実行される際にはHDD13から読み出されてRAM18に転送されて記憶される。但し、FDD11またはCDD12から居眠り検知プログラムPGのプログラムコー

ドを読み出して直接RAM18に転送して記憶させることにより、居眠り検知プログラムPGを実行することも可能である。

【0040】このようなパーソナルコンピュータ1により本発明装置を実現する場合、マイクロフォン5及びヘッドセット5Hのマイクロフォン5Mがアナログ/デジタル変換手段としてのA/D変換ボード30と共に音声入力手段を構成し、CPU10がA/D変換ボード30で得られたデジタルデータをHDD13に格納されているカオス解析プログラムPGCに従ってカオス解析することによりリアプノフ指数を計算するリアプノフ指数計算手段として、またその計算結果から疲労度及び/又は居眠り状態を判定することにより判定手段として機能する。

【0041】また、CPU10はA/D変換ボード30により得られたデジタルデータから無音部を除去する手段として、更に無音部が除去された語のデジタルデータのデータ長が所定長以下である場合に、たとえばそのデジタルデータを反復することにより所定長のデジタルデータを生成する手段としても機能する。

【0042】更に、HDD13はリアプノフ指数計算手段としてのCPU10が計算したリアプノフ指数の計算結果を記憶する記憶手段として機能する。なお、不揮発性の記憶手段であるHDD13の代わりにRAM18をリアプノフ指数の計算結果を記憶する記憶手段として使用することも勿論可能である。

【0043】図3は本発明の記録媒体の一例としてのフレキシブルディスク11Mに記録されている居眠り検知プログラムPGの内容を示す模式図である。

【0044】図3に示されているフレキシブルディスク11Mには、同一人物が異なる時刻において発声した音声を解析することにより、人物の疲労度及び/又は居眠り状態をコンピュータに検知させる居眠り検知プログラムPGを構成する以下のようなプログラムコード、即ち、デジタルデータから無音部を除去させるプログラムコード(PC13)と、必要に応じて、具体的には無音部が除去された後のデジタルデータのデータ長が所定長に満たない場合にデータ生成を行なわせるプログラムコード(PC14)と、デジタルデータをカオス解析してリアプノフ指数を計算させるカオス解析プログラムPGCのプログラムコード(PC15)と、リアプノフ指数の計算結果をHDD13またはRAM18に記憶させるプログラムコード(PC16)と、HDD13またはRAM18に記憶されているリアプノフ指数を読み出させるプログラムコード(PC17)と、HDD13またはRAM18から読み出されたリアプノフ指数を比較させることにより、疲労度及び/又は居眠り状態を判定させるプログラムコード(PC18)と、判定結果に従って警報を発生するプログラムコード(PC19)とが記録されている。

【0045】上述のようなカオス解析プログラムPGCを含む居眠り検知プログラムPGが記録されている記録媒体としてのフレキシブルディスク11MがFDD11に装入され

11

ることにより、それに記録されている居眠り検知プログラムPGがパーソナルコンピュータ1にインストールされて実現する本発明装置の動作について、図4のフローチャートを参照して説明する。

【0046】まず、本発明装置により疲労度、または居眠り状態の検知対象になる対象人物の音声を取り込んで音声信号を得る（ステップS11）。具体的には、対象人物が直接音声を入力するヘッドセット5Hのマイクロフォン5Mから入力されたたとえばタクシーの配車センター等の通信装置31を介して音声信号が入力される。

【0047】但し、この際の音声入力は必ずしも対象人物の音声を実時間で取り込む必要はなく、種々の音声記録装置により記録媒体に記録されている音声信号をたとえばテープレコーダ6により再生して入力するようにしてもよいし、マイクロフォン5により予め入力して記憶しておいてもよい。

【0048】次に、入力された音声信号がアナログ信号である場合にはデジタル変換が行なわれる（ステップS12）。具体的には、マイクロフォン5Mから入力されたアナログの音声信号をコンピュータにより処理することが可能のようにA/D変換ボード30が10kHz程度のサンプリングレートでデジタルデータに標本化する。

【0049】次に前処理が行なわれる。この前処理では、A/D変換ボード30により得られた音声信号のデジタルデータから無音部を除去する処理が行なわれ（ステップS13）、更にその結果得られたデジタルデータが後述するリアプノフ指数の計算に必要な所定長（たとえば1秒相当のデータ長）に満たない場合にはデータ生成の処理が行なわれる（ステップS14）。このデータ生成の処理は具体的には、無音部が除去された後のデジタルデータのデータ長が所定長に満たない場合に、そのデジタルデータを複数回反復することにより所定長のデータを生成する処理である。

【0050】なおこのステップS13及びS14での前処理として他にたとえば、フーリエ変換または移動平均を行なうことにより高周波成分を除去して子音成分を除去する処理等を行なってもよい。

【0051】次に、リアプノフ指数が計算される（ステップS15）。このステップS15での処理は、ステップS13、S14での前処理により得られたデータを対象としてカオス解析のためのリアプノフ指数（Lyapunov Exponent）を計算する。具体的には、4乃至7次元で音声信号を埋め込んでアトラクタを生成する。この際の埋め込み遅延時間は10ms以下、より好ましくは1ms前後が適当である。また、このリアプノフ指数の計算に際して必要な発展時間は遅延時間と同等の値が与えられている。なおこのステップS15では実質的にはリアルタイムでリアプノフ指数が計算されるので、それらの計算結果のデータは適宜の記憶手段、たとえばHDD13に蓄積される（ステップS16）。

12

【0052】但し、リアプノフ指数を厳密に計算するためには膨大な時間を要するため、本実施の形態においては「佐野・沢田」による近似的な計算手法を利用して実質的にリアルタイム処理を実現している。また、本実施の形態においては、このカオス解析を行なうためのソフトウェアとしてコンピュータコンビニエンス社製の「SC ATplus」を使用している。

【0053】以上のようにしてリアプノフ指数の計算結果が順次的にHDD13に蓄積されるが、適宜のタイミングにおいてHDD13からそれに蓄積されている過去の計算結果が読み出され（ステップS17）、比較・判定が行なわれる（ステップS18）。なお、本実施の形態においては計算されたリアプノフ指数をHDD13に一旦蓄積するようにしているが、新たにリアプノフ指数が計算される都度、それをRAM18に一時的に記憶すると共に、過去に計算されてRAM18に一時記憶されているリアプノフ指数と比較するようにしてもよい。

【0054】従って、本発明装置では同一の対象人物に対して時系列的に計測を行なっている場合、リアプノフ指数が顕著な増大傾向を示した場合、またはリアプノフ指数が計測開始時点から相対値で約1.15程度に増大した場合には、その時点で対象人物がある程度疲労が蓄積した状態、または居眠り状態に陥ったと判断する。具体的には、前述のステップS15での計算結果はたとえばHDD13に蓄積されているので、これらの時系列データを比較することにより、対象人物が疲労していること、または居眠り状態に陥っていることが検知可能である。

【0055】次に、上述のステップS18での判定結果を表示手段、たとえばCRTディスプレイ等に表示し、また必要に応じて対象人物に直接、または管理者に対して警報を発する（ステップS19）。この警報はパーソナルコンピュータのCRTディスプレイ上への警報表示であってもよいし、また対象人物の直近でベル、ブザー等を鳴動させるようにしてもよいし、音声により注意を喚起するようにしてもよい。

【0056】なお、本発明装置では不揮発性の記憶手段であるハードディスク13にステップS15において計算されたリアプノフ指数の計算結果を予め記憶しておことが可能であるので、予めマイクロフォン5により多人数を対象として平常時の音声それぞれの基準値として取り込んでおくことが可能である。従って、そのような場合には、ある人物の現在の音声の入力開始と共に直ちにステップS18でHDD13に記憶されているリアプノフ指数の平常時に対する相対値を計算することが出来るので、その結果からその人物の現在の状態を判定することが可能になる。

【0057】このようにしてパーソナルコンピュータ1により本発明装置を実現した場合、デジタルデータから無音部を除去する手段はステップS13として、デジタルデータから無音部を除去した後のデータ長が所定長以下



である場合に、所定長のデジタルデータを作成する手段はステップS14として、リアプノフ指数計算手段はステップS15として、また判定手段はステップS18としてそれぞれハードディスク13にインストールされた居眠り検知プログラムPGに従ってCPU10が実行するソフトウェア機能として実現される。

【0058】なお、上述の実施の形態においては本発明装置を記録媒体に記録された居眠り検知プログラムPGをパーソナルコンピュータ1にインストールすることにより実現した例を示したが、専用の装置として実現することも勿論可能であり、また居眠り検知プログラムPG及びカオス解析プログラムPGCでソフトウェア的に実現されている機能を専用のハードウェアで実現することも勿論可能であることは言うまでもない。

【0059】更に、IDカード等に個々人の平常時のリアプノフ指数を記録しておき、適宜の読取装置によりパーソナルコンピュータ1に読み込ませて上述同様の基準値として使用するようにしてもよい。

【0060】また更に、上述の実施の形態においては対象人物からリアルタイムで音声を取り込んでその状態を検知する例に付いて説明したが、テープレコーダ等を利用して記録媒体に記録された音声信号を再生することにより、音声記録媒体に残されている場合には、事後においてそれを解析することが可能になる。従って、たとえば事故が発生した場合にそれに至るまでのある程度の時間にわたって交信記録が残されているような場合には、それが記録されている記録媒体からテープレコーダ6等の再生装置により音声信号を再生して本発明装置により解析することにより、事故原因を探知出来る可能性もある。

【0061】更にまた、上述の実施の形態においてはカオス解析プログラムPGCが居眠り検知プログラムPGに含まれている例が示されているが、カオス解析は非常に複雑で膨大な計算量を要するプロセスであるため、別プロセスとして処理する構成を採るようにしてもよい。

【0062】

【発明の効果】以上に詳述したように本発明の音声による疲労・居眠り検知装置によれば、異なる時点において発声された音声デジタルデータ化されてカオス解析され、その解析結果として得られるリアプノフ指数に基づいて疲労度及び／又は居眠り状態が検知されるため、対象となる人物に余分な負担をかけることなく、また余分な緊張をさせることなく、疲労度及び／又は居眠り状態が検知出来る。

【0063】また、音声入力手段を音声信号として入力するマイクロフォンと、このマイクロフォンに入力された音声信号をデジタルデータに変換するアナログ／デジタル変換手段とで構成した場合には、通常のマイクロフォンから対象となる人物の音声を入力することが可能になるので、航空機のパイロット、航空管制官、公

共交通機関の運転手などが日常的に使用するヘッドセットに付属するマイクロフォンを利用することが可能になり、余分なセンサ等は不要である。

【0064】また、リアプノフ指数計算手段が記録媒体に記録された音声信号のデジタルデータをカオス解析するようにした場合には、記録媒体に残されている音声信号を事後において解析することが可能になる。従って、たとえば事故発生に際して、記録媒体に残されている事故発生時点までの当事者の音声による交信記録を再生することにより、事故原因の調査に利用することが可能になる。

【0065】更に、デジタルデータから無音部が除去され、得られたデータのデータ長が解析に必要なデータ長に満たない場合にはデータ生成の処理が行なわれるため、解析のために必要にして十分なデータが入力される。

【0066】また、対象となる複数の人物の平常時の音声解析したデータを個々人の基準値として予め記憶しておくことにより、多人数を対象とすることが可能であり、また迅速かつ正確な検知が可能になる。

【0067】更にまた、本発明の記録媒体では、それを汎用コンピュータに読み取らせることにより、前述のような音声による疲労・居眠り検知装置を汎用のコンピュータで実現することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の音声による疲労・居眠り検知装置をパーソナルコンピュータを利用して実現した場合の全体の構成例を示す模式図である。

【図2】パーソナルコンピュータの内部構成例を示すブロック図である。

【図3】本発明の記録媒体の一例としてのフレキシブルディスクに記録されているプログラムの内容を示す模式図である。

【図4】本発明の音声による疲労・居眠り検知装置の動作手順を示すフローチャートである。

【図5】本発明の音声による疲労・居眠り検知装置の原理を示すリアプノフ指数の時系列データのグラフである。

【符号の説明】

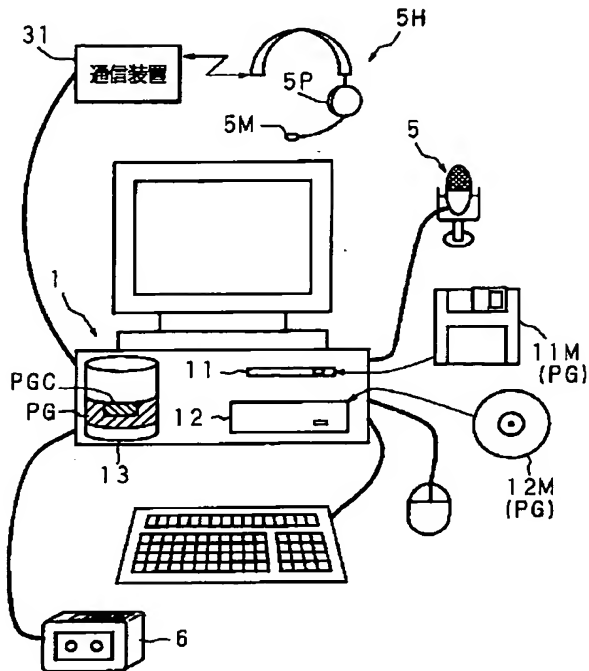
- |     |                     |
|-----|---------------------|
| 1   | パーソナルコンピュータ         |
| 5   | マイクロフォン             |
| 5M  | マイクロフォン             |
| 6   | テープレコーダ             |
| 10  | CPU                 |
| 11  | フレキシブルディスクドライブ(FDD) |
| 11M | フレキシブルディスク          |
| 12  | CD-ROMドライブ(CDD)     |
| 12M | CD-ROM              |
| 13  | ハードディスク(HDD)        |
| 18  | RAM                 |



19 ROM  
30 A/D変換ボード

PG 居眠り検知プログラム  
PGC カオス解析プログラム

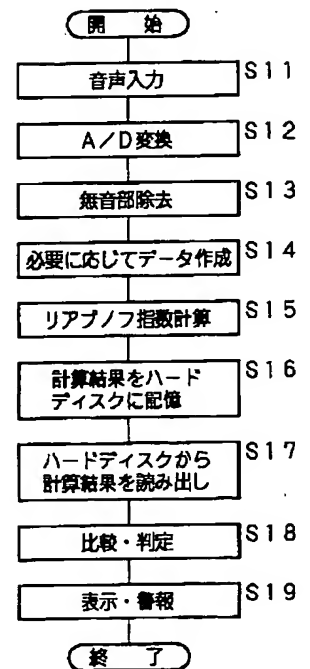
【図1】



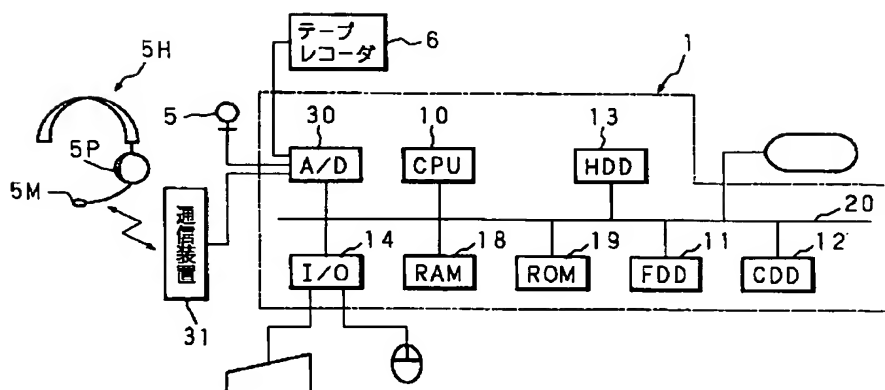
【図3】

PC13: デジタルデータからの無音部の除去
PC14: 必要に応じてデータ生成処理
PC15: デジタルデータをカオス解析してリアブ ノフ指数の計算 (カオス解析プロセス)
PC16: リアブノフ指数の計算結果のハードディ スク13またはRAM18 への格納
PC17: ハードディスク13またはRAM18 に記憶さ れているリアブノフ指数の読み出し
PC18: 異なる時刻において発声された音声のリ アブノフ指数を比較させることによる、疲労度 及び/又は居眠り状態の判定
PC19: 判定結果に応じて警報発生

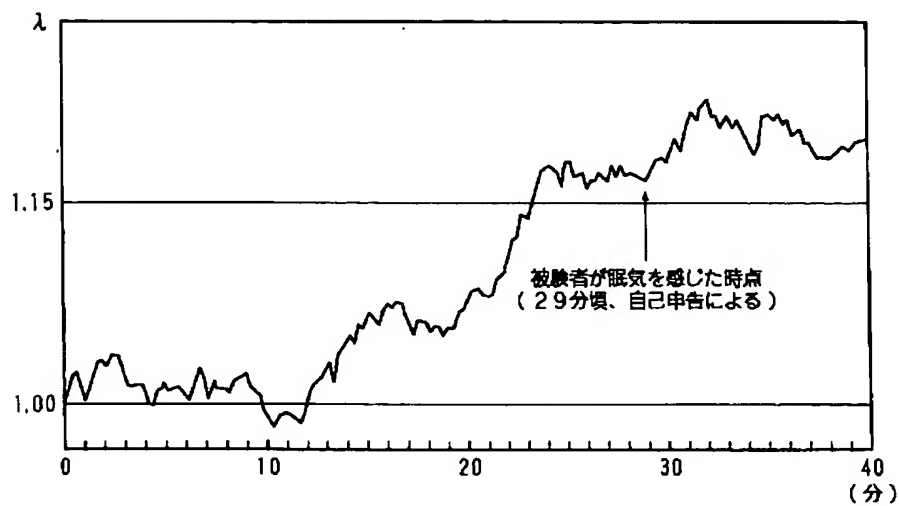
【図4】



【図2】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

G 1 0 L 15/08

識別記号

F I

G 1 0 L 3/00

5 5 1 L

審査官 神山 茂樹

- (56) 参考文献 特開 平10-146321 (J P, A)  
 特開 平9-308614 (J P, A)  
 特開 平7-117595 (J P, A)  
 特開 平4-208136 (J P, A)  
 特開 平7-116119 (J P, A)

(58) 調査した分野(Int. Cl. <sup>7</sup>, D B 名)

G08B 21/06  
 A61B 5/16  
 B60K 28/06  
 G08G 1/16  
 G10L 15/00  
 G10L 15/08